



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2017 Patentblatt 2017/08

(51) Int Cl.:
A47B 47/02 ^(2006.01) **A01D 41/127** ^(2006.01)
A01D 41/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16169110.0**

(22) Anmeldetag: **11.05.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **17.08.2015 DE 102015113527**

(71) Anmelder: **CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH**
33428 Harsewinkel (DE)

(72) Erfinder:
• **Wilken, Andreas**
49143 Bissendorf (DE)

- **Heitmann, Christoph**
48231 Warendorf (DE)
- **Bormann, Bastian**
33334 Gütersloh (DE)
- **Baumgarten, Dr., Joachim**
48361 Beelen (DE)
- **Neu, Sebastian**
49196 Bad Laer (DE)
- **Kettelhoit, Boris**
33335 Gütersloh (DE)
- **Bussmann, Christoph**
33428 Harsewinkel (DE)
- **Vöcking, Henner**
33397 Rietberg (DE)
- **Krause, Thilo**
39249 Glinde (DE)
- **Herter, Felix**
33428 Harsewinkel (DE)

(54) **LANDWIRTSCHAFTLICHE ERNTEMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine landwirtschaftliche Erntemaschine mit einem als Erntevorsatz ausgebildeten Schneidwerk (2) zum Schneiden und Aufnehmen von Erntegut und mit einem Fahrerassistenzsystem (4) zur Ansteuerung des Schneidwerks (2), wobei das Fahrerassistenzsystem (4) einen Speicher (5) zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung (6) zur Verarbeitung der in dem Speicher (5) hinterlegten Daten umfasst. Es wird vorgeschlagen, dass das Schneidwerk (2) zusammen mit dem Fahrerassistenzsystem (4) einen Schneidwerksautomaten (8) bildet, indem im Speicher (5) eine Mehrzahl auswählbarer Ernteprozessstrategien (5a) hinterlegt sind und indem die Rechenvorrichtung (6) dazu eingerichtet ist, zur Umsetzung der ausgewählten Ernteprozessstrategie (5a) bzw. der ausgewählten Ernteprozessstrategien (5a) mindestens einen Maschinenparameter - Schneidwerksparameter (2a-f) - autonom zu ermitteln und dem Schneidwerk (2) vorzugeben.

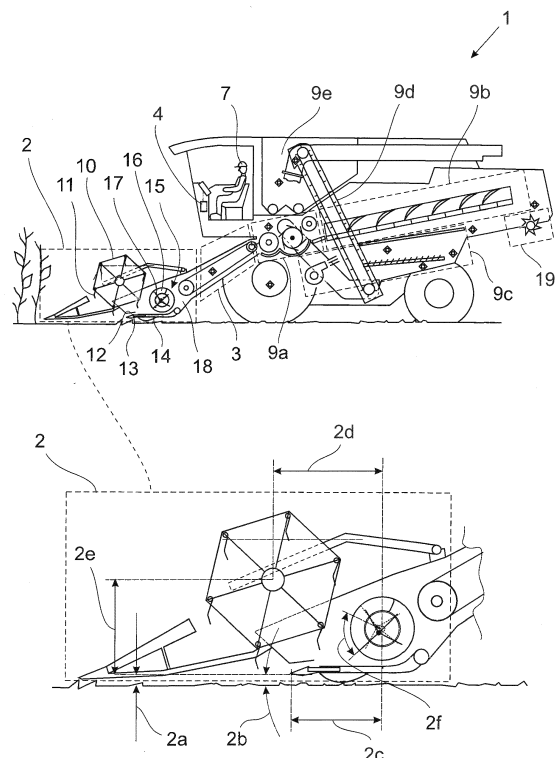


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine landwirtschaftliche Erntemaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

[0002] Bei der in Rede stehenden landwirtschaftlichen Erntemaschine handelt es sich um jedwede Erntemaschine, die mit einem als Erntevorsatz ausgebildeten Schneidwerk zum Schneiden und Aufnehmen von Erntegut ausgestattet ist. Hierbei kann es sich um Mähdrescher, Feldhäcksler, Ballenpressen o. dgl. handeln. Bei den vorliegenden Erläuterungen steht die als Mähdrescher ausgestaltete Erntemaschine im Vordergrund.

[0003] Regelmäßig kann die in Rede stehende landwirtschaftliche Erntemaschine auf das Ernten von unterschiedlichen Fruchtarten angepasst werden, indem sie mit entsprechend unterschiedlichen Erntevorsätzen ausgestattet wird. Im Falle eines Mähdreschers weist der Erntevorsatz, also das Schneidwerk, zumindest eine Haspel, einen Schneidtisch, einen am Schneidtisch angeordneten Messerbalken sowie eine Einzugsschnecke, die geschnittenes Erntegut einem Schrägförderer der Erntemaschine zuführt, auf. Zumindest einem Teil dieser Komponenten sind Antriebe zugeordnet, mit denen sich entsprechende Schneidwerkparameter wie beispielsweise "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneid-
tischlänge", "Haspelposition", "Drehzahl Einzugsschnecke", "Drehzahl Haspel" oder "Schnittfrequenz" einstellen lassen.

[0004] Im Erntebetrieb führt die Haspel das Erntegut über den Messerbalken, an dem das Erntegut geschnitten wird. Das geschnittene Erntegut landet auf dem Schneidtisch, von wo es von einer Einzugsschnecke zum Schrägförderer hin transportiert wird. In einem mittleren Bereich der Einzugsschnecke wird das geschnittene Erntegut an den Schrägförderer übergeben. Hierfür sind jedenfalls im mittleren Bereich der Einzugsschnecke Einzugsfinger vorgesehen, die gesteuert aus der Einzugsschnecke herausfahren, um das geschnittene Erntegut aufzunehmen und anschließend dem Schrägförderer zuzuleiten. Eine solche Anordnung ist beispielsweise in der DE 78 26 143 U1 beschrieben. Hier ist bezogen auf die Walzendrehung der Ausfahrwinkel einstellbar, in dem die Einzugsfinger aus der Einzugsschnecke ausfahren. Dadurch ergibt sich der weitere, einstellbare Schneidwerkparameter "Ausfahrwinkel Einzugsfinger".

[0005] Der optimalen Einstellung der Schneidwerkparameter kommt nicht nur für das Schneiden und Aufnehmen, sondern auch für alle nachgelagerten Prozesse große Bedeutung zu. Beim Mähdrescher handelt es sich bei diesen nachgelagerten Prozessen u. a. um das Dreschen, das Abscheiden und das Reinigen.

[0006] Es gibt nun eine ganze Reihe von Kriterien, anhand derer die Güte der Funktion des Schneidwerks beurteilt werden kann. Zunächst einmal geht es darum, am Schneidwerk selbst möglichst geringe Verluste zu erzeugen. Solche unmittelbar am Schneidwerk entstehende Verluste sind beispielsweise "Aufnahmeverluste",

"Schnittährenverluste", "Spritzkörnerverluste" o. dgl.. Weiter beeinflussen die jeweils eingestellten Schneidwerkparameter die oben angesprochenen, nachgelagerten Prozesse, beim Mähdrescher also insbesondere das Dreschen, das Abscheiden und das Reinigen. Allein schon aus der Anzahl der Schneidwerkparameter ergibt sich, dass eine optimale Einstellung der Schneidwerkparameter eine Aufgabe von hoher Komplexität ist.

[0007] Bei der bekannten landwirtschaftlichen Erntemaschine (DE 10 2008 032 191 A1), von der die Erfindung ausgeht, ist ein Fahrerassistenzsystem zur Ansteuerung u.a. des Schneidwerks vorgesehen. Das Fahrerassistenzsystem sorgt für einen gleichmäßigen Erntegutstrom, indem es verschiedene Schneidwerkparameter basierend auf den Daten eines Gutstromsensors ermittelt. Diese Optimierung ist also starr auf die am Schneidwerk selbst herrschenden Zusammenhänge gerichtet. Eine ähnlich fest eingerichtete Optimierung ist in der WO 2014/093814 A1 offenbart, die einen Feldhäcksler betrifft.

[0008] Ausgehend von dem Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, die aus dem Stand der Technik bekannte Erntemaschine mit Fahrerassistenzsystem so weiter zu entwickeln und zu verbessern, dass eine umfassende und vorteilhafte Regelung des Schneidwerks bei besonders geringer Beanspruchung des Fahrers möglich ist.

[0009] Das obige Problem wird bei einer Erntemaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst.

[0010] Wesentlich für die Erfindung ist, dass das Schneidwerk zusammen mit dem Fahrerassistenzsystem einen Schneidwerksautomaten bildet. Dies bedeutet, dass das Fahrerassistenzsystem mit seinem Speicher zum Hinterlegen von Daten und seiner Rechenvorrichtung dazu eingerichtet ist, einzelne Maschinenparameter des Schneidwerks autonom zu ermitteln und dem Schneidwerk vorzugeben. Solche Maschinenparameter werden vorliegend als "Schneidwerkparameter" bezeichnet. Die Basis für die Ermittlung der Schneidwerkparameter bildet eine benutzerseitige Auswahl von Ernteprozessstrategien, die in dem Speicher des Fahrerassistenzsystems abgelegt sind.

[0011] Mit der vorschlagsgemäßen Lösung kann durch eine einmalige Auswahl der aktiven Ernteprozessstrategie durch den Fahrer eine Art und Weise der Ansteuerung des Schneidwerks vorgegeben werden. Für die Ermittlung der Schneidwerkparameter im engeren Sinne ist eine weitere Eingabe vom Fahrer nicht erforderlich. Der Fahrer hat aber die Möglichkeit, die gewählte Ernteprozessstrategie auf Wunsch zu ändern, so dass daraufhin weiter eine autonome Ansteuerung stattfindet, jedoch dann ggf. mit einer anderen Priorisierung. Die vorschlagsgemäße Realisierung eines Schneidwerksautomaten, der auf der Basis ganz unterschiedlicher Ernteprozessstrategien arbeiten kann, führt zu bislang unbekannten Einflussmöglichkeiten durch den Benutzer, oh-

ne die Benutzungskomplexität zu erhöhen.

[0012] Bei der bevorzugten Ausgestaltung gemäß Anspruch 5 ist in dem Speicher des Fahrerassistenzsystems ein funktionales Systemmodell für zumindest einen Teil der Erntemaschine hinterlegt, das die Basis für die autonome Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters bildet. Der Begriff "funktionales Systemmodell" bedeutet, dass zumindest ein Teil der funktionalen Zusammenhänge innerhalb der Erntemaschine von dem Systemmodell abgebildet werden. Beispiele hierfür werden weiter unten gegeben.

[0013] Bei der weiter bevorzugten Ausgestaltung gemäß Anspruch 6 ist es so, dass die Rechenvorrichtung das Systemmodell im laufenden Erntebetrieb auf den aktuellen Ernteprozesszustand abgleicht. Die Überlegung besteht hier darin, dass der autonomen Ermittlung der Schneidwerkparameter zugrundeliegende Systemmodell auf die tatsächlichen Gegebenheiten anzupassen.

[0014] Vorzugsweise werden die Schneidwerkparameter während des Erntebetriebs vorzugsweise zyklisch ermittelt. Der Begriff "zyklisch" ist vorliegend weit zu verstehen und bedeutet hier eine fortlaufende Ermittlung mit konstanter, aber auch mit sich verändernder Zykluszeit. Eine solche zyklische Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters führt zu einer guten Reaktionszeit der Erntemaschine auf Änderungen im Ernteprozesszustand. Entsprechend ist es in diesem Zusammenhang vorteilhaft, auch das Systemmodell, wie in Anspruch 6 vorgeschlagen, zyklisch auf den aktuellen Ernteprozesszustand abzugleichen. Die Zykluszeiten sind hinreichend kurz einzustellen, um eine oben angesprochene, vorteilhafte Reaktionszeit zu erzielen.

[0015] Vorzugsweise gleicht die Rechenvorrichtung das Systemmodell in einem rekursiven Verfahren auf den jeweils aktuellen Ernteprozesszustand ab, so dass sich das Systemmodell schrittweise an die tatsächlichen Gegebenheiten annähert. Unter dem Ernteprozesszustand sind alle Zustandsgrößen zusammengefasst, die in irgendeiner Weise mit dem Ernteprozess im Zusammenhang stehen. Dazu gehören Feldbestandsinformationen und/oder Ernteprozessparameter und/oder Schneidwerkparameter und/oder Umgebungsinformationen (Anspruch 7).

[0016] Bei der besonders bevorzugten Ausgestaltung gemäß Anspruch 8 ist eine Sensoranordnung zur Erfassung zumindest eines Teils des Ernteprozesszustands vorgesehen. Damit lässt sich insbesondere der oben angesprochene, zyklische Abgleich des Systemmodells besonders einfach umsetzen.

[0017] Bei der weiter bevorzugten Ausgestaltung gemäß Anspruch 9 lässt sich zumindest ein Teil des Ernteprozesszustands über eine Ein-/Ausgabevorrichtung eingeben. Damit lassen sich Sensorinformationen verifizieren oder sensorisch schwer erfassbare Zustandsgrößen ermitteln.

[0018] Bei der weiter bevorzugten Ausgestaltung gemäß Anspruch 10 ist in dem Speicher des Fahrerassistenzsystems mindestens ein Initialmodell hinterlegt, das

insbesondere bei dem oben angesprochenen, fortlaufenden Abgleich des Systemmodells als Anfangswert dienen kann. Bei geeigneter Auswahl des Initialmodells lässt sich das Systemmodell in nur wenigen Abgleichzyklen auf eine gute Übereinstimmung mit den tatsächlichen Gegebenheiten bringen.

[0019] Zur Abbildung der funktionalen Zusammenhänge mittels des Systemmodells ist es vorzugsweise gemäß Anspruch 13 vorgesehen, dass mindestens einem Ernteprozessparameter mindestens ein Kennlinienfeld zugeordnet ist, wobei der Ernteprozessparameter die Ausgangsgröße des jeweiligen Kennlinienfeldes ist. Mittels eines obigen Kennlinienfeldes lassen sich auch komplexe funktionale Zusammenhänge mit geringem rechnerischen Aufwand abbilden. Insbesondere lässt sich der oben angesprochene, insbesondere rekursive Abgleich des Systemmodells mit vergleichsweise geringem Rechenaufwand umsetzen.

[0020] Ein obiges Kennlinienfeld bildet hier und vorzugsweise ganz allgemein die Abhängigkeit einer Ausgangsgröße von mindestens einer Eingangsgröße, insbesondere von zwei oder mehreren Eingangsgrößen, ab.

[0021] Im Sinne des oben angesprochenen Abgleichs des Systemmodells mit dem tatsächlichen Ernteprozesszustand ist es gemäß Anspruch 16 vorgesehen, dass die Rechenvorrichtung das mindestens eine Kennlinienfeld im laufenden Erntebetrieb, vorzugsweise zyklisch, auf den tatsächlichen Ernteprozesszustand abgleicht. Für die Umsetzung eines solchen Abgleichs ist es vorzugsweise vorgesehen, dass mehrere Punkte innerhalb des Kennlinienfeldes mittels einer Sensoranordnung nachgemessen werden. Eine Abweichung der gemessenen Punkte von den dazugehörigen Punkten des Systemmodells führt zu einer entsprechenden Anpassung des mindestens einen Kennlinienfeldes.

[0022] Für die Umsetzung der jeweils ausgewählten Ernteprozessstrategie auf der Basis des Systemmodells ist es gemäß Anspruch 17 vorgesehen, mindestens eine Umsetzungsvorschrift in dem Speicher zu hinterlegen. Ein Beispiel für eine solche Umsetzungsvorschrift ist die Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters in einem reinen Steuervorgang. Im einfachsten Fall arbeitet die Rechenvorrichtung zur Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters als Kennfeldsteuerung basierend auf dem oben angesprochenen, mindestens einen Kennlinienfeld. Im Zuge der Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters kann auf aufwendige Regelungsprozesse mit entsprechend regelungstechnischer Rückkopplung verzichtet werden.

[0023] Eine weitere bevorzugt zur Anwendung kommende Umsetzungsvorschrift besteht gemäß Anspruch 20 darin, dass zur gleichzeitigen Umsetzung von miteinander konkurrierenden Ernteprozessstrategien eine Mehrzieloptimierung zur Anwendung kommt.

[0024] Schließlich besteht eine weiter bevorzugte Umsetzungsvorschrift gemäß Anspruch 21 in der Definition von Prämissen, auf deren Basis die Rechenvorrichtung

eine Priorisierung zwischen verschiedenen Aspekten vornimmt. Speziell im Rahmen der Mehrzieloptimierung ermöglicht die Definition von Prämissen eine effektive Ermittlung von Schneidwerksparametern.

[0025] Weitere bevorzugte Umsetzungsvorschriften betreffend die Einstellung oder Optimierung einzelner, bevorzugter Ernteprozessparameter sind Gegenstand der Ansprüche 22 bis 24.

[0026] Weitere Einzelheiten, Merkmale, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht einer vorschlagsgemäßen Erntemaschine,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Fahrerassistenzsystems einer vorschlagsgemäßen Erntemaschine,

Fig. 3 ein Kennlinienfeld mit der Ausgangsgröße "Abscheideverluste" und mit den Eingangsgrößen "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und "Schneid-
tischlänge" und

Fig. 4 ein Kennlinienfeld mit der Ausgangsgröße "Reinigungsverluste" und mit den Eingangsgrößen "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und "Schneid-
tischlänge".

[0027] Eine vorschlagsgemäße landwirtschaftliche Erntemaschine 1 weist ein als Erntevorsatz ausgebildetes Schneidwerk 2 zum Schneiden und Aufnehmen von Erntegut auf. Das Schneidwerk 2 ist vorzugsweise austauschbar gegen ein anderes Schneidwerk 2, so dass die Erntemaschine 1 auf das Ernten unterschiedlicher Fruchtarten angepasst werden kann. Unter dem Erntegut ist dabei das gesamte vom Feldbestand über das Schneidwerk 2 aufgenommene Material zu verstehen. Wie in Fig. 1 zu erkennen ist, wird ein Feldbestand durch das Schneidwerk 2 gemäht und das somit gewonnene Erntegut einem Schrägförderer 3 zugeführt.

[0028] Die vorschlagsgemäße Erntemaschine 1 weist ferner ein Fahrerassistenzsystem 4 zur Ansteuerung des Schneidwerks 2 auf. Dieses Fahrerassistenzsystem 4 umfasst einen Speicher 5 zum Hinterlegen von Daten - also einen Speicher im informationstechnischen Sinne - und eine Rechenvorrichtung 6 zur Verarbeitung der in dem Speicher 5 hinterlegten Daten. Grundsätzlich ist das Fahrerassistenzsystem 4 dazu eingerichtet, einen Fahrer 7 der Erntemaschine 1 bei der Bedienung der Erntemaschine zu unterstützen. Das Fahrerassistenzsystem 4 mit dem Speicher 5 und der Rechenvorrichtung 6 ist schematisch in Fig. 2 gezeigt.

[0029] Wesentlich ist nun, dass das Schneidwerk 2 zusammen mit dem Fahrerassistenzsystem 4 einen Schneidwerksautomaten 8 bildet. Dies ist vorschlagsgemäß dadurch realisiert, dass im Speicher 5 eine Mehr-

zahl auswählbarer Ernteprozessstrategien 5a hinterlegt sind und dass die Rechenvorrichtung 6 dazu eingerichtet ist, zur Umsetzung der ausgewählten Ernteprozessstrategie 5a bzw. der Ernteprozessstrategien 5a mindestens einen Maschinenparameter für das Schneidwerk 2 autonom zu ermitteln und dem Schneidwerk 2 vorzugeben. Solche Maschinenparameter für das Schneidwerk 2 werden vorliegend als "Schneidwerksparameter" bezeichnet. Auf diese Weise wird ein obiger Schneidwerksautomat 8 bereitgestellt, welcher alle für die Arbeit des Schneidwerks 2 relevanten Größen umfassend untereinander koordiniert regelt. Es wird also insbesondere vermieden, dass von unterschiedlicher Seite konkurrierende und sich ggf. gegenseitig aushebelnde Ansteuerungen erfolgen. Vielmehr erfolgt die Ansteuerung aller relevanten Parameter "aus einer Hand". Ebenso kann der Fahrer 7 ein gewünschtes qualitatives Ergebnis vorgeben und braucht kein eigenes Expertenwissen zu den für dieses Ergebnis erforderlichen detaillierten Einzelheiten.

[0030] Es handelt sich bei der Ermittlung der Schneidwerksparameter um eine autonome Ermittlung insoweit, dass prinzipiell die Ernteprozessstrategie 5a durch die Rechenvorrichtung 6 umgesetzt wird, ohne dass bei der Ermittlung der Schneidwerksparameter im engeren Sinne ein Eingreifen des Fahrers 7 oder eine Rückfrage an den Fahrer nötig ist. Ein solches Eingreifen des Fahrers 7 ist demnach weiterhin prinzipiell möglich, aber nicht erforderlich. Dabei unterscheiden sich die hinterlegten Ernteprozessstrategien 5a in der Zielvorgabe der Einstellung oder der Optimierung von Ernteprozessparametern, wie noch erläutert wird.

[0031] Es darf darauf hingewiesen werden, dass das Fahrerassistenzsystem 4 grundsätzlich zentral ausgestaltet sein kann. Es dient insoweit der Ansteuerung nicht nur des Schneidwerks 2, sondern auch nachgelagerter Arbeitsorgane. Grundsätzlich ist es aber denkbar, dass das Fahrerassistenzsystem 4 dezentral strukturiert ist und aus einer Anzahl einzelner Steuersysteme zusammengesetzt ist. Dann kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass zumindest ein Teil der Arbeitsorgane der Erntemaschine 1 jeweils ein zugeordnetes, dezentrales Steuersystem aufweisen.

[0032] Es wurde schon darauf hingewiesen, dass es sich bei der Erntemaschine 1 um jedwede Erntemaschine 1 handeln kann, der ein als Erntevorsatz ausgebildetes Schneidwerk 2 zugeordnet ist. Bei dem dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Erntemaschine 1 als Mähdrescher ausgestaltet. Entsprechend ist dem Schneidwerk 2 ein Dreschwerk 9a zum Dreschen von aufgenommenem Erntegut zu Korngut nachgeschaltet. Das Dreschwerk 9a ist in an sich üblicher Weise mit einer Dreschtrommel ausgestattet, die mit einem Dreschkorb zusammenwirkt. Dem Dreschwerk 9a ist eine Abscheideanordnung 9b prozesstechnisch nachgelagert. Der dem Dreschwerk 9a zugeführte Erntegutstrom wird also im Anschluss - ohne das bereits hier gewonnene Korngut der Abscheideanordnung 9b

zugeführt. In der Abscheideanordnung 9b wird das Erntegut mit dem in ihm verbliebenen Kornanteil so bewegt, z. B. geschüttelt, dass auch das verbliebene Korngut möglichst aus dem Stroh und dem sonstigen Erntegut herausgetrennt wird. Das im Dreschwerk 9a und der Abscheideanordnung 9b gewonnene Korngut wird dann einer Reinigungsanordnung 9c zugeführt. In der Reinigungsanordnung 9c, welche regelmäßig mehrstufig ist, werden dann noch bis hierher im Korngut mitgeführte Nichtkornbestandteile, z. B. Spreu und Strohteile, sowie unausgedroschenes Material, wie etwa Ähren, Spitzen oder Grannen, von dem Korngut getrennt. Anschließend gelangt das gereinigte Korngut über eine Transportanordnung 9, z. B. einen Kornelevator 9d, in einen Korntank 9e. Das ausgedroschene Stroh - also das verbliebene Erntegut in der Abscheideanordnung 9b - wird von der Erntemaschine abgelegt, z. B. als Schwad entlang der Fahrspur.

[0033] Alternativ kann die Erntemaschine 1 auch als Feldhäcksler ausgestaltet sein. Dann ist dem Schneidwerk 2 eine Vorpresswalzenanordnung und ein der Vorpresswalzenanordnung nachgeschaltetes Häckselwerk nachgeschaltet. Eine Abscheidung ist beim Feldhäcksler nicht erforderlich, da das aufgenommene Erntegut lediglich mittels des Häckselwerks zerkleinert wird. Die folgenden Ausführungen sind in erster Linie auf die dargestellte, als Mähdrescher ausgestaltete Erntemaschine 1 gerichtet. Alle diesbezüglichen, das Schneidwerk 2 betreffenden Ausführungen gelten für eine als Feldhäcksler ausgestaltete Erntemaschine 1 jedoch entsprechend.

[0034] Das Schneidwerk 2 der dargestellten Erntemaschine 1 weist eine quer zu der Fahrtrichtung der Erntemaschine 1 verlaufende Haspel 10 auf, die über daran angeordnete Zinken 11 bereits auf das noch ungeschnittene Erntegut einwirkt. Die Haspel 10 hat in erster Linie die Aufgabe, das Erntegut einem Messerbalken 12, der ein bewegliches Messer 13 aufweist, zuzuführen. Das Messer 13 oszilliert mit einer Schnittfrequenz, so dass das Erntegut geschnitten wird und auf einen Schneid-
tisch 14 fällt, an dessen Vorderseite sich der Messerbalken 12 befindet. Anschließend wird das Erntegut, ggf. unter weiterer Einwirkung durch die Haspel 10, mittels einer Einzugsschnecke 15 dem Schrägförderer 3 zugeführt. Hierfür ist die Einzugsschnecke 15 mit Blechen 16 ausgestattet, die beidseits eines mittleren Bereichs der Einzugsschnecke 15, der auch als "Einzugsbereich" bezeichnet wird, angeordnet sind. Dadurch wird das geschnittene Erntegut zunächst zum Einzugsbereich der Einzugsschnecke 15 und von dort zum Schrägförderer 3 transportiert. Im Einzugsbereich sind der Einzugsschnecke 15 mehrere Einzugsfinger 17 zugeordnet, die bezogen auf die Walzendrehung jeweils zyklisch in einem Ausfahrwinkel der Einzugsschnecke 15 aus der Einzugsschnecke 15 ausfahren und in einem Einfahrwinkel der Einzugsschnecke 15 in die Einzugsschnecke 15 einfahren. Das Einfahren der Einzugsfinger 17 ist erforderlich, um zu vermeiden, dass eingezogenes Erntegut vollständig um die Einzugsschnecke 15 herumläuft, ohne

dem Schrägförderer 3 übergeben zu werden.

[0035] Alle obigen Komponenten des Schneidwerks 2 sind an einem Trägerrahmen 18 angeordnet, der sich aus mehreren Rahmenteilen zusammensetzt.

[0036] Je nach Ausstattung erlaubt das Schneidwerk 2 die Einstellung verschiedener Schneidwerkparameter mittels entsprechender, hier nicht dargestellter Antriebe, die sich über das Fahrerassistenzsystem 4 ansteuern lassen.

[0037] Dem Messerbalken 12 beispielsweise sind der Schneidwerkparameter 2a "Messerbalkenhöhe" und der Schneidwerkparameter 2b "Schnittwinkel" zugeordnet, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Dem in seiner Länge veränderlichen Schneid-
tisch 14 ist der Schneidwerkparameter 2c "Schneid-
tischlänge" zugeordnet. Der Haspel 10 sind der Schneidwerkparameter 2d "Haspelposition (horizontal)" und der Schneidwerkparameter 2e "Haspelposition (vertikal)" zugeordnet. Weiter bieten die Schneidwerkparameter "Drehzahl Einzugsschnecke", "Drehzahl Haspel" und "Schnittfrequenz" weitere Schneidwerkparameter, die sich vorzugsweise mittels des Fahrerassistenzsystems 4 einstellen lassen. Schließlich ergibt sich aus der Steuerbarkeit der obigen Einzugsfinger 17 der Schneidwerkparameter 1f "Ausfahrwinkel Einzugsfinger", der definiert, in welcher Winkel-
lage bezogen auf die Drehung der Einzugsschnecke 15 die Einzugsfinger 17 aus der Einzugsschnecke 15 ausfahren.

[0038] Die genannten Schneidwerkparameter haben nicht nur einen Einfluss auf die Funktion des Schneidwerks 2 im engeren Sinne, sondern auch auf die Funktion der nachgelagerten Arbeitsorgane, hier auf die Funktion des Dreschwerks 9a, der Abscheideanordnung 9b und der Reinigungsanordnung 9c. Ggf. ist auch eine Verteilanordnung 19 zur Verteilung der Nichtkornbestandteile auf dem Feld zu berücksichtigen, die ebenfalls durch die Schneidwerkparameter des Schneidwerks 2 beeinflussbar ist. Beispielhafte Zusammenhänge werden weiter unten erläutert.

[0039] Hier und vorzugsweise ist in dem Speicher 5 des Fahrerassistenzsystems 4 ein funktionales Systemmodell 5b für zumindest einen Teil der Erntemaschine 1 hinterlegt, wobei die Rechenvorrichtung 6 die oben angesprochene, autonome Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters 2a-f basierend auf dem Systemmodell 5b vornimmt.

[0040] Bei dem funktionalen Systemmodell 5b handelt es sich um ein rechnerisches Modell zur Abbildung funktionaler Zusammenhänge innerhalb der Erntemaschine 1. Beispiele für solche funktionalen Zusammenhänge werden weiter unten erläutert.

[0041] Das Systemmodell 5b wird von der Rechenvorrichtung 6 vorzugsweise im laufenden Erntebetrieb auf den aktuellen Ernteprozesszustand abgeglichen. Dies bedeutet, dass die Rechenvorrichtung 6 überprüft, ob die in dem Systemmodell 5b abgebildeten funktionalen Zusammenhänge mit dem tatsächlichen Ernteprozesszustand übereinstimmen. Sofern sich bei dieser Überprü-

fung Abweichungen ergeben, nimmt die Rechenvorrichtung 6 eine entsprechende Änderung des Systemmodells 5b vor. Dieser Abgleich erfolgt in besonders bevorzugter Ausgestaltung zyklisch, wobei im Hinblick auf das weite Verständnis des Begriffs "zyklisch" auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen werden darf.

[0042] In einer bevorzugten Ausgestaltung gleicht die Rechenvorrichtung 6 das Systemmodell 5b in einem rekursiven Verfahren auf den tatsächlichen Ernteprozesszustand ab und legt das Systemmodell 5b in dem Speicher 5 ab. Dies wird dadurch bewerkstelligt, dass das vor dem Abgleich im Speicher 5 abgelegte Systemmodell 5b bei dem Abgleich berücksichtigt wird. So ist ein schrittweiser Abgleich des Systemmodells 5b vorgesehen.

[0043] Im Sinne kurzer Reaktionszeiten der Erntemaschine 1 auf sich verändernde Ernteprozesszustände ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die Rechenvorrichtung 6 die Schneidwerkparameter in obigem Sinne zyklisch ermittelt. Auch in diesem Zusammenhang darf auf das weite Verständnis des Begriffs "zyklisch" verwiesen werden.

[0044] Wie weiter oben erläutert, umfasst der Begriff "Ernteprozesszustand" alle den Ernteprozess betreffenden Informationen. Dazu gehören Feldbestandsinformationen wie "Bestandsdichte", "Bestandshöhe", "Bestandsfeuchte", "Halmlänge" und "Lageranteil". Ferner gehören dazu der Ernteprozessparameter "Schnittährenverluste" als Maß für das geschnittene, jedoch nicht aufgenommene Erntegut, der Ernteprozessparameter "Spritzkörnerverluste" als Maß für die durch die Wechselwirkung zwischen der Haspel 10 und dem Erntegut verlorenen Körner, der Ernteprozessparameter "Gleichmäßigkeit Querverteilung Erntegutstrom" als Maß für die gleichmäßige Verteilung des Ernteguts über die Breite des Schrägförderers 3, der Ernteprozessparameter "zeitliche Varianz Erntegutstrom" als Maß für die in zeitlicher Hinsicht gleichmäßige Verteilung des Ernteguts entlang der Förderrichtung des Schrägförderers 3, der Ernteprozessparameter "Abscheideverluste" als Maß für die von der Abscheideanordnung 9b auf dem Feld abgelegten Körner, der Ernteprozessparameter "Reinigungsverluste" als Maß für die von der Reinigungsanordnung 9c auf dem Feld abgelegten Körner und der Ernteprozessparameter "Kraftstoffverbrauch" als Maß für den Energieverbrauch des Schneidwerks 2 insgesamt. Schließlich gehören dazu Schneidwerkparameter wie "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneidischlänge", "Ausfahrwinkel Einzugsfinger", "Haspelposition (horizontal)", "Haspelposition (vertikal)", "Drehzahl Einzugschnecke", "Drehzahl Haspel" und "Schnittfrequenz" sowie Umgebungsinformationen wie "Umgebungstemperatur" und "Umgebungsfeuchte". All diese dem Ernteprozesszustand zuzurechnenden Informationen lassen sich auf unterschiedliche Art und Weise ermitteln.

[0045] Grundsätzlich kann es sich bei einem obigen Ernteprozessparameter auch um den Ernteprozessparameter "Schichthöhe" als ein Maß für den Durchsatz handeln. Hinsichtlich des Begriffs "Schichthöhe" darf dar-

auf hingewiesen werden, dass dieser Begriff weit auszulegen ist und sowohl die Schichthöhe des über den Schrägförderer 3 geförderten Erntegutstroms im engeren Sinne als auch den Durchsatz des über den Schrägförderer 3 geförderten Erntegutstroms umfasst. Insbesondere kann der Begriff "Schichthöhe" vorliegend durch den Begriff "Durchsatz" ersetzt werden.

[0046] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist eine Sensoranordnung 20 zur Erfassung zumindest eines Teils des Ernteprozesszustands vorgesehen. Vorzugsweise ist die Sensoranordnung 20 mit mehreren Sensoren 21 ausgestattet. Beispielsweise weist die Sensoranordnung 20 einen Gutstromsensor 22 zur Erfassung des Erntegutstroms auf. Der Gutstromsensor 22 kann beispielsweise kamerabasiert ausgestaltet sein und Anschluss über die Ernteprozessparameter "Gleichmäßigkeit Querverteilung Erntegutstrom" und/oder "zeitliche Varianz Erntegutstrom" geben. Alternativ oder zusätzlich kann die Sensoranordnung 20 einen Bestandssensor 23 zur Erfassung von Feldbestandsinformationen aufweisen.

[0047] Alternativ zu der Erfassung des Ernteprozesszustands mittels einer Sensoranordnung 20 kann es auch vorgesehen sein, dass eine Ein-/Ausgabevorrichtung 24 dem Fahrerassistenzsystem 4 zugeordnet ist, wobei zumindest ein Teil des Ernteprozesszustands über die Ein-/Ausgabevorrichtung 24 eingebbar ist. Dabei ist es vorzugsweise so, dass die Rechenvorrichtung 6 Abfragen betreffend den aktuellen Ernteprozesszustand erzeugt und über die Ein-/Ausgabevorrichtung 24 ausgibt. Auf eine solche Abfrage hin kann der Fahrer 7 zumindest einen Teil des Ernteprozesszustands über die Ein-/Ausgabevorrichtung 24 eingeben. Hierfür weist die Ein-/Ausgabevorrichtung 24 entsprechende Eingabeelemente 24a und Ausgabeelemente 24b auf.

[0048] Eine obige Abfrage besteht vorzugsweise darin, wie hoch die geschätzte Feldbestandsinformation "Lageranteil", also der Anteil an Lagergetreide im Feldbestand, ist. Im einfachsten Falle wird dem Fahrer 7 eine Auswahl aus vorbestimmten Antworten bereitgestellt.

[0049] Wie oben erläutert, wird das Systemmodell 5b vorzugsweise zyklisch auf den tatsächlichen Ernteprozesszustand abgeglichen. Als Anfangswert für das Systemmodell 5b ist in dem Speicher 5 mindestens ein Initialmodell 5c hinterlegt, wobei der ersten Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters die Rechenvorrichtung 6 die Ermittlung basierend auf dem Initialmodell 5b vornimmt. Die Formulierung "erste Ermittlung" steht für die Situation insbesondere zu Beginn des Erntebetriebs, in der ein Abgleich des Systemmodells 5b noch nicht vorgenommen worden ist.

[0050] In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind in dem Speicher 5 mindestens zwei Initialmodelle 5c hinterlegt, wobei die Rechenvorrichtung 6 in Abhängigkeit von dem jeweiligen Ernteprozesszustand ein Initialmodell 5c auswählt, auf dem die anschließende Ermittlung der Schneidwerkparameter zunächst basiert.

[0051] Die in Rede stehenden, vom Fahrer 7 auswähl-

baren Ernteprozessstrategien 5a sind jeweils auf verschiedene Zielvorgaben gerichtet. In einer ersten Variante ist mindestens eine Ernteprozessstrategie 5a auf die Zielvorgabe der Einstellung oder der Optimierung mindestens eines Ernteprozessparameters wie "Schnit-
tährenverluste", "Spritzkörnerverluste", "Gleichmäßig-
keit Querverteilung Erntegutstrom", "zeitliche Varianz
Erntegutstrom", "Abscheideverluste", "Reinigungsver-
luste" oder "Kraftstoffverbrauch" o. dgl. gerichtet. Die
Umsetzung der Ernteprozessstrategie 5a soll dabei je-
weils durch eine entsprechende Vorgabe von Schneid-
werksparemtern, hier und vorzugsweise von Schneid-
werksparemtern wie "Schneid-
tischlänge" oder "Aus-
fahrwinkel Einzugsfinger" erfolgen.

[0052] Das Systemmodell 5b bildet vorzugsweise zu-
mindest einen Teil der funktionalen Zusammenhänge
zwischen einem Ernteprozessparameter und mindes-
tens einem weiteren Parameter, hier und vorzugsweise
mindestens einem Schneidwerksparemtern, ab.

[0053] Zur Abbildung der funktionalen Zusammenhän-
ge ist mindestens einem Ernteprozessparameter min-
destens ein Kennlinienfeld A, B zugeordnet, wobei dieser
Ernteprozessparameter hier als Ausgangsgröße des
mindestens einen Kennlinienfeldes A, B definiert ist. Bei
der Eingangsgröße des mindestens einen Kennlinienfel-
des A, B handelt es sich vorzugsweise um Schneidwerk-
sparemtern, insbesondere um die Schneidwerkspare-
mtern "Schneid-
tischlänge" und "Ausfahrwinkel Einzugs-
finger".

[0054] Fig. 3 zeigt das Kennlinienfeld A zu dem funk-
tionalen Zusammenhang zwischen der Ausgangsgröße
"Abscheideverluste" und den Eingangsgrößen "Schneid-
tischlänge" und "Ausfahrwinkel Einzugsfinger". Hieraus
ergibt sich, dass die Abscheideverluste zumindest in er-
ster Näherung umso geringer sind, je größer die Schneid-
tischlänge ist. Es lässt sich dem Kennlinienfeld A ferner
entnehmen, dass die Abscheideverluste umso geringer
sind, je höher der Ausfahrwinkel der Einzugsfinger 17
ist, also je später die Einzugsfinger ausgefahren werden.
Diese Zusammenhänge ergeben sich daraus, dass die
Abscheideverluste in der Praxis umso geringer sind, je
kleiner die zeitliche Varianz des Erntegutstroms ist. Die-
se zeitliche Varianz lässt sich durch eine Vergrößerung
der Schneid-
tischlänge und durch eine Vergrößerung des
Ausfahrwinkels für die Einzugsfinger 17 reduzieren.

[0055] Fig. 4 zeigt das Kennlinienfeld B zu dem funk-
tionalen Zusammenhang zwischen der Ausgangsgröße
"Reinigungsverluste" und den Eingangsgrößen
"Schneid-
tischlänge" und "Ausfahrwinkel Einzugsfinger".
Hieraus ergibt sich, dass die Reinigungsverluste zumin-
dest in erster Näherung umso geringer sind, je kleiner
die Schneid-
tischlänge und je kleiner der Ausfahrwinkel
der Einzugsfinger 17 ist. Dies ergibt sich daraus, dass in
der Praxis die Reinigungsverluste umso geringer sind,
je gleichmäßiger das Erntegut über die Breite des
Schrägförderers 3 verteilt ist. Eine solche gleichmäßige
Verteilung wird durch eine hohe Schneid-
tischlänge und einen kleinen Ausfahrwinkel der Einzugsfinger 17, also

ein frühes Ausfahren der Einzugsfinger 17 erreicht.

[0056] Grundsätzlich kann es vorgesehen sein, dass
die Rechenvorrichtung 6 der Ermittlung des mindestens
einen Ernteprozessparameters stets ein und dasselbe
Kennlinienfeld A, B, ggf. mit einer auf den obigen Ab-
gleich zurückgehenden Modifizierung, zugrunde legt.
Vorzugsweise ist es jedoch so, dass die Rechenvorrich-
tung 6 mindestens ein Kennlinienfeld A, B in Abhängig-
keit von dem aktuellen Ernteprozesszustand auswählt
und der Ermittlung des mindestens einen Schneidwerk-
sparemtern zugrunde legt. Damit kann beispielsweise
mit einer geeigneten Wahl des Kennlinienfeldes A, B auf
eine Änderung von Ernteprozesszuständen, beispiels-
weise auf eine Änderung von einer Bestandsfeuchte o.
dgl. reagiert werden.

[0057] Der oben erläuterte Abgleich des Systemmo-
dells 5b auf den aktuellen Ernteprozesszustand erfolgt
für den Fall des Systemmodells 5b mit mindestens einem
Kennlinienfeld A, B, vorzugsweise dadurch, dass die Re-
chenvorrichtung 6 das mindestens einen Kennlinienfeld
A, B im laufenden Erntebetriebs, insbesondere zyklisch,
auf den Ernteprozesszustand abgleicht. Als Startwert ist
in Anlehnung an das Initialmodell 5c in dem Speicher 5
mindestens ein Initialkennlinienfeld hinterlegt, wobei bei
der ersten Ermittlung des mindestens einen Schneid-
werksparemtern die Rechenvorrichtung 6 entspre-
chend die Ermittlung des mindestens einen Schneid-
werksparemtern basierend auf dem Initialkennlinienfeld
5c vornimmt. In den Fig. 3 und 4 sind jeweils eine Reihe
von realen Sensormesswerten zu dem jeweiligen Ernte-
prozesszustand eingetragen. In dem obigen Abgleich
nimmt die Rechenvorrichtung 6 eine Veränderung des
jeweiligen Kennlinienfeldes a, b vor, um eine Annähe-
rung des Kennlinienfeldes A, B an die realen Sensor-
messwerte zu erreichen. Dabei kann beispielsweise das
gesamte Kennlinienfeld A, B in Richtung der jeweiligen
Ausgangsgröße, in den Fig. 3 und 4 nach oben oder nach
unten, verschoben werden. Besonders vorteilhaft ist al-
lerdings, wenn die Annäherung des Kennlinienfeldes A,
B so getroffen ist, dass sie auch eine Änderung der Ver-
läufe der jeweiligen Kennlinien mit sich bringt.

[0058] Für die Umsetzung der Ernteprozessstrategie
5a mittels der Rechenvorrichtung 6 ist in dem Speicher
5 mindestens eine Umsetzungsvorschrift 5d hinterlegt.
Für die Umsetzungsvorschrift 5d sind verschiedene vor-
teilhafte Varianten denkbar. In einer ersten Variante ist
es vorgesehen, dass eine Umsetzungsvorschrift 5d die
Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkspare-
mtern in einem Steuervorgang, und nicht in einem Rege-
lungsvorgang, umsetzt. Dabei arbeitet die Rechenvor-
richtung 6 zur Ermittlung des mindestens einen Schneid-
werksparemtern vorzugsweise als Kennfeldsteuerung.
Eine regelungstechnische Rückkopplung ist bei der Er-
mittlung der Schneidwerksparemtern also nicht vorgese-
hen. Die Reaktion der Rechenvorrichtung 6 auf Ände-
rungen im Ernteprozesszustand ergibt sich allein aus
dem oben erläuterten Abgleich des Systemmodells 5b
auf den jeweils aktuellen Ernteprozesszustand. Dieses

Grundprinzip der Ansteuerung des Schneidwerks 2 führt zu einer Vereinfachung der Ermittlung der Schneidwerksparemeter durch den Wegfall der regelungstechnischen Rückkopplung. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, auch komplexe funktionale Zusammenhänge, insbesondere die im Folgenden zu erläuternden konkurrierenden Strategien, mit geringem rechnerischem und zeitlichem Aufwand umzusetzen.

[0059] Konkurrierende Strategien können sich beispielsweise dadurch ergeben, dass zumindest eine auswählbare Ernteprozessstrategie 5a mindestens zwei Teilstrategien umfasst, die im Hinblick auf ein und denselben Schneidwerksparemeter miteinander konkurrieren. Eine zweite Möglichkeit besteht in diesem Zusammenhang darin, dass mindestens zwei auswählbare Ernteprozessstrategien als solche im Hinblick auf ein und denselben Schneidwerksparemeter miteinander konkurrieren. Beispielsweise erfordert die Reduzierung der Abscheideverluste gemäß Fig. 3 eine Erhöhung der Schneidtschlänge, während eine Reduzierung der Reinigungsverluste gemäß Fig. 4 ein Erhöhen der Schneidtschlänge erfordert.

[0060] In den obigen Situationen umfasst eine Umsetzungsvorschrift 5d zur Umsetzung der miteinander konkurrierenden Strategien vorzugsweise eine Mehrzieloptimierung, bei der es sich beispielsweise um eine Pareto-Optimierung handeln kann. Eine solche Mehrzieloptimierung lässt sich besonders einfach auf der Basis des Systemmodells 5b, vorzugsweise auf der Basis der obigen Kennlinienfelder A, B und weiter vorzugsweise unter Anwendung der oben genannten Kennfeldsteuerung umsetzen.

[0061] Insbesondere bei der Umsetzung der miteinander konkurrierenden Strategien ist es vorzugsweise vorgesehen, dass eine Umsetzungsvorschrift 5d mindestens eine Prämisse umfasst, auf deren Basis die Rechenvorrichtung 6 bei der autonomen Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparemers eine Priorisierung zwischen ausgewählten Ernteprozessstrategien 5a und/oder zwischen Teilstrategien einer ausgewählten Ernteprozessstrategie 5a und/oder zwischen einzustellenden oder zu optimierenden Ernteprozessparametern und/oder zwischen vorzugebenden Schneidwerksparemetern vornimmt.

[0062] Gemäß der obigen Erläuterungen zu den Kennlinienfeldern A, B ist es nun im Einzelnen so, dass für die Ernteprozessstrategie der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Abscheideverluste" eine Umsetzungsvorschrift 5d darin besteht, dass die Rechenvorrichtung 6 auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "Abscheideverluste" basierend auf dem Systemmodell 5b ein Ansteigen des Schneidwerksparemers "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Ansteigen des Schneidwerksparemers "Schneidtschlänge" vorgibt.

[0063] Weiter vorzugsweise ist es so, dass für die Ernteprozessstrategie der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Reinigungsverluste" eine Um-

setzungsvorschrift 5d darin besteht, dass die Rechenvorrichtung 6 auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "Reinigungsverluste" basierend auf dem Systemmodell 5b ein Absinken des Schneidwerksparemers "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Absinken des Schneidwerksparemers "Schneidtschlänge" vorgibt.

[0064] Schließlich ist es vorzugsweise so, dass für die Ernteprozessstrategie der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Kraftstoffverbrauch" eine Umsetzungsvorschrift 5d darin besteht, dass die Rechenvorrichtung 6 auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "zeitliche Varianz Erntegutstrom" basierend auf dem Systemmodell 5b ein Ansteigen des Schneidwerksparemers "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Ansteigen des Schneidwerksparemers "Schneidtschlänge" vorgibt.

[0065] Es darf darauf hingewiesen werden, dass weitere Umsetzungsvorschriften 5b denkbar sind, die wiederum auf weiteren Varianten des Systemmodells 5b, insbesondere auf weiteren Kennlinienfeldern, basieren können.

Bezugszeichenliste

[0066]

1	Erntemaschine
2	Schneidwerk
3	Schrägförderer
4	Fahrerassistenzsystem
5	Speicher
5a	Ernteprozessstrategie
5b	Funktionales Systemmodell
5c	Initialmodell
5d	Umsetzungsvorschrift
6	Rechenvorrichtung
7	Fahrer
8	Schneidwerksautomat
9	Transportanordnung
9a	Dreschwerk
9b	Abscheideanordnung
9c	Reinigungsanordnung
9d	Elevator
9e	Korntank
10	Haspel
11	Zinken
12	Messerbalken
13	Messer
14	Schneidtisch
15	Einzugsschnecke
16	Blech
17	Einzugsfinger
18	Trägerrahmen
19	Verteilanordnung
20	Sensoranordnung
21	Sensoren
21c	Schneidtschlänge

- 21d Haspel (horizontal)
- 21e Haspel (vertikal)
- 21f Ausfahrwinkel
- 22 Gutstromsensor
- 23 Bestandssensor
- 24 E/A-Vorrichtung
- 24a Eingabeelement
- 24b Ausgabeelement
- A, B Kennlinienfeld

Patentansprüche

1. Landwirtschaftliche Erntemaschine mit einem als Erntevorsatz ausgebildeten Schneidwerk (2) zum Schneiden und Aufnehmen von Erntegut und mit einem Fahrerassistenzsystem (4) zur Ansteuerung des Schneidwerks (2), wobei das Fahrerassistenzsystem (4) einen Speicher (5) zum Hinterlegen von Daten und eine Rechenvorrichtung (6) zur Verarbeitung der in dem Speicher (5) hinterlegten Daten umfasst,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schneidwerk (2) zusammen mit dem Fahrerassistenzsystem (4) einen Schneidwerksautomaten (8) bildet, indem im Speicher (5) eine Mehrzahl auswählbarer Ernteprozessstrategien (5a) hinterlegt sind und indem die Rechenvorrichtung (6) dazu eingerichtet ist, zur Umsetzung der ausgewählten Ernteprozessstrategie (5a) bzw. der ausgewählten Ernteprozessstrategien (5a) mindestens einen Maschinenparameter - Schneidwerkparameter (2a-f) - autonom zu ermitteln und dem Schneidwerk (2) vorzugeben.
2. Erntemaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erntemaschine (1) als Mähdrescher ausgestaltet ist und ein dem Schneidwerk (2) nachgeschaltetes Dreschwerk (9a), eine dem Dreschwerk (9a) nachgeschaltete Abscheideanordnung (9b) und eine der Abscheideanordnung (9b) nachgeschaltete Reinigungsanordnung (9c) aufweist, oder, dass die Erntemaschine (1) als Feldhäcksler ausgestaltet ist und eine dem Schneidwerk (2) nachgeschaltete Vorpresswalzenanordnung und ein der Vorpresswalzenanordnung nachgeschaltetes Häckselwerk aufweist.
3. Erntemaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneidwerk (2) die Komponenten Haspel (10), Messerbalken (13) Schneidtisch (14) und Einzugsschnecke (15) aufweist, und dass die dazugehörigen Schneidwerkparameter "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneidtlischlänge", "Haspelposition (horizontal)", "Haspelposition (vertikal)", "Drehzahl Einzugsschnecke", "Drehzahl Haspel", "Schnittfrequenz" mittels des Fahrerassistenzsystems (4) einstellbar

sind.

4. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einzugsschnecke (15) mehrere Einzugsfinger (17) zugeordnet sind, die bezogen auf die Walzendrehung jeweils zyklisch in einem Ausfahrwinkel (2f) der Einzugsschnecke (15) aus der Einzugsschnecke (15) ausfahren und in einem Einfahrwinkel der Einzugsschnecke in die Einzugsschnecke einfahren und dass zumindest der Schneidwerkparameter (2f) "Ausfahrwinkel" über das Fahrerassistenzsystem (4) einstellbar ist.
5. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Speicher (5) ein funktionales Systemmodell (5b) für zumindest einen Teil der Erntemaschine (1) hinterlegt ist und dass die Rechenvorrichtung (6) dazu eingerichtet ist, die autonome Ermittlung des mindestens einen Schneidwerkparameters (2a-f) basierend auf dem Systemmodell (5b) vorzunehmen.
6. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (6) das Systemmodell (5b) im laufenden Erntebetrieb, insbesondere zyklisch, auf den aktuellen Ernteprozesszustand abgleicht.
7. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ernteprozesszustand Feldbestandsinformationen wie "Bestandsdichte", "Bestandshöhe", "Bestandsfeuchte", "Halmlänge", "Lageranteil" und/oder Ernteprozessparameter wie "Schnittährenverluste", "Spritzkörnerverluste", "Gleichmässigkeit Querverteilung Erntegutstrom", "Zeitliche Varianz Erntegutstrom", "Abscheideverluste", "Reinigungsverluste", "Kraftstoffverbrauch" und/oder Schneidwerkparameter wie "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneidtlischlänge", "Ausfahrwinkel Einzugsfinger", "Haspelposition (horizontal)", "Haspelposition (vertikal)", "Drehzahl Einzugsschnecke", "Drehzahl Haspel", "Schnittfrequenz" und/oder Umgebungsinformationen wie "Umgebungstemperatur", "Umgebungsfeuchte", umfasst.
8. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sensoranordnung (20) zur Erfassung zumindest eines Teils des Ernteprozesszustands vorgesehen ist.
9. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ein-/Ausgabevorrichtung (24) vorgesehen ist und dass zumindest ein Teil des Ernteprozesszustands über die Ein-/Ausgabevorrichtung (24) eingebbar ist.

10. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Speicher (5) mindestens ein Initialmodell (5c) hinterlegt ist und dass bei der ersten Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) die Rechenvorrichtung (6) die Ermittlung basierend auf dem Initialmodell (5c) vornimmt, vorzugsweise, dass zu Beginn eines Erntebetriebs die Rechenvorrichtung (6) die Ermittlung der Schneidwerksparmeter (2a-f) basierend auf dem Initialmodell (5c) vornimmt, vorzugsweise, dass in dem Speicher (5) mindestens zwei Initialmodelle (5c) hinterlegt sind und dass die Rechenvorrichtung (6) in Abhängigkeit vom Ernteprozesszustand ein Initialmodell (5c) auswählt, auf dem die anschließende Ermittlung der Schneidwerksparmeter (2a-f) basiert.
11. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auswählbaren Ernteprozessstrategien jeweils auf die Zielvorgabe der Einstellung oder der Optimierung mindestens eines Ernteprozessparameters wie "Schnittährenverluste", "Spritzkörnerverluste", "Gleichmässigkeit Querverteilung Erntegutstrom", "Zeitliche Varianz Erntegutstrom", "Abscheideverluste", "Reinigungsverluste", "Kraftstoffverbrauch" durch eine entsprechende Vorgabe von Schneidwerksparmetern wie "Schneidtschlänge" oder "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" gerichtet sind.
12. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Systemmodell (5b) zumindest einen Teil der funktionalen Zusammenhänge zwischen einem Ernteprozessparameter wie "Schnittährenverluste", "Spritzkörnerverluste", "Gleichmässigkeit Querverteilung Erntegutstrom", "Zeitliche Varianz Erntegutstrom", "Abscheideverluste", "Reinigungsverluste", "Kraftstoffverbrauch" und mindestens einem weiteren Parameter, insbesondere mindestens einem Schneidwerksparmeter wie "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneidtschlänge", "Ausfahrwinkel Einzugsfinger", "Haspelposition (horizontal)", "Haspelposition (vertikal)", "Drehzahl Einzugschnecke", "Drehzahl Haspel", "Schnittfrequenz" abbildet.
13. Erntemaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Abbildung der funktionalen Zusammenhänge mindestens einem Ernteprozessparameter mindestens ein Kennlinienfeld (A, B) zugeordnet ist und dass der Ernteprozessparameter die Ausgangsgröße des mindestens einen Kennlinienfeldes (A, B) ist.
14. Erntemaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schneidwerksparmeter, vorzugsweise der Schneidwerksparmeter "Messerbalkenhöhe", "Schnittwinkel", "Schneidtschlänge", "Ausfahrwinkel Einzugsfinger", "Haspelposition (horizontal)", "Haspelposition (vertikal)", "Drehzahl Einzugschnecke", "Drehzahl Haspel" oder "Schnittfrequenz" die Eingangsgröße für das mindestens eine Kennlinienfeld (A, B) ist.
15. Erntemaschine nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung mindestens ein Kennlinienfeld (A, B) in Abhängigkeit von dem Ernteprozesszustand auswählt und der Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) zugrunde legt.
16. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rechenvorrichtung (6) das mindestens eine Kennlinienfeld (A, B) im laufenden Erntebetrieb, insbesondere zyklisch, auf den Ernteprozesszustand abgleicht, vorzugsweise, dass in dem Speicher (5) mindestens ein Initialkennlinienfeld hinterlegt ist und dass bei der ersten Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) die Rechenvorrichtung (6) die Ermittlung basierend auf dem Initialkennlinienfeld vornimmt.
17. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Speicher (5) mindestens eine Umsetzungsvorschrift (5d) hinterlegt oder hinterlegbar ist, nach der die Rechenvorrichtung (6) basierend auf dem Systemmodell (5b) die Umsetzung der jeweils ausgewählten Ernteprozessstrategie durch Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) vornimmt.
18. Erntemaschine nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Umsetzungsvorschrift (5d) die Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) in einem Steuervorgang umsetzt, vorzugsweise, dass die Rechenvorrichtung zur Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) als Kennfeldsteuerung arbeitet.
19. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine auswählbare Ernteprozessstrategie (5a) mindestens zwei Teilstrategien umfasst, die jeweils auf die Einstellung oder Optimierung eines Ernteprozessparameters gerichtet sind.
20. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei auswählbare Ernteprozessstrategien (5a) oder mindestens zwei Teilstrategien einer auswählbaren Ernteprozessstrategie im Hinblick auf ein und denselben Schneidwerksparmeter (2a-f) miteinander konkurrieren, vorzugsweise, dass eine Umsetzung

zungsvorschrift (5d) zur gleichzeitigen Umsetzung der miteinander konkurrierenden Strategien eine Mehrzieloptimierung umfasst.

21. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Umsetzungsvorschrift (5d) mindestens eine Prämisse umfasst, auf deren Basis die Rechenvorrichtung bei der autonomen Ermittlung des mindestens einen Schneidwerksparmeters (2a-f) eine Priorisierung zwischen ausgewählten Ernteprozessstrategien und/oder zwischen Teilstrategien einer ausgewählten Ernteprozessstrategie und/oder zwischen einzustellenden oder zu optimierenden Ernteprozessparametern und/oder zwischen vorzugebenden Schneidwerksparmetern vornimmt. 5
10
15

22. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Ernteprozessstrategie (5a) der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Abscheideverluste" eine Umsetzungsvorschrift (5d) darin besteht, dass die Rechenvorrichtung (6) auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "Abscheideverluste" basierend auf dem Systemmodell (5d) ein Ansteigen des Schneidwerksparmeters "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Ansteigen des Schneidwerksparmeters "Schneidtischlänge" vorgibt. 20
25
30

23. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Ernteprozessstrategie (5a) der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Reinigungsverluste" eine Umsetzungsvorschrift darin besteht, dass die Rechenvorrichtung (6) auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "Reinigungsverluste" basierend auf dem Systemmodell (5b) ein Absinken des Schneidwerksparmeters "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Absinken des Schneidwerksparmeters "Schneidtischlänge" vorgibt. 35
40

24. Erntemaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Ernteprozessstrategie (5a) der Einstellung oder Optimierung des Ernteprozessparameters "Kraftstoffverbrauch" eine Umsetzungsvorschrift darin besteht, dass die Rechenvorrichtung (6) auf ein Ansteigen des Ernteprozessparameters "Zeitliche Varianz Erntegutstrom" basierend auf dem Systemmodell (5b) ein Ansteigen des Schneidwerksparmeters "Ausfahrwinkel Einzugsfinger" und/oder ein Ansteigen des Schneidwerksparmeters "Schneidtischlänge" vorgibt. 45
50
55

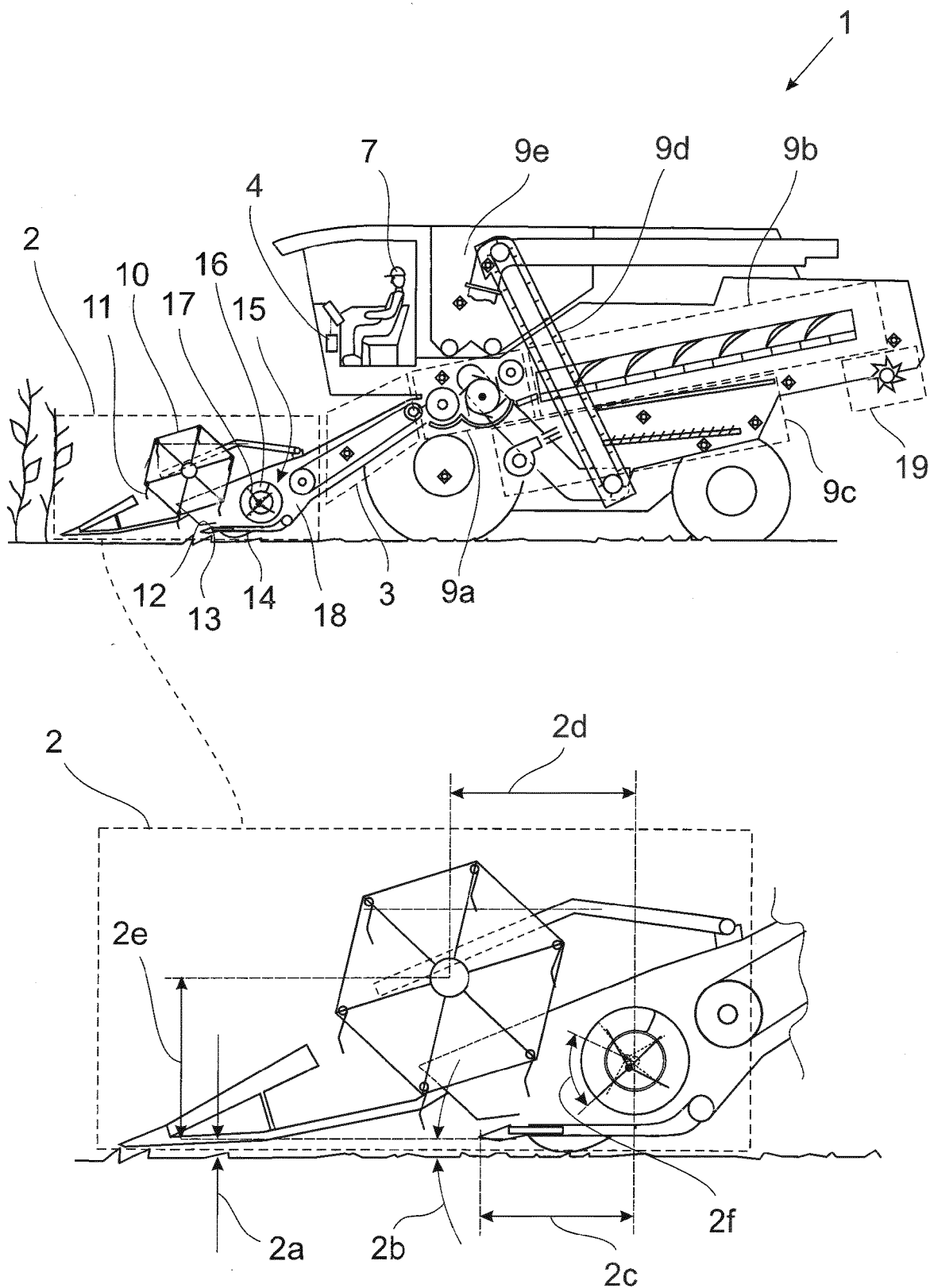


Fig. 1

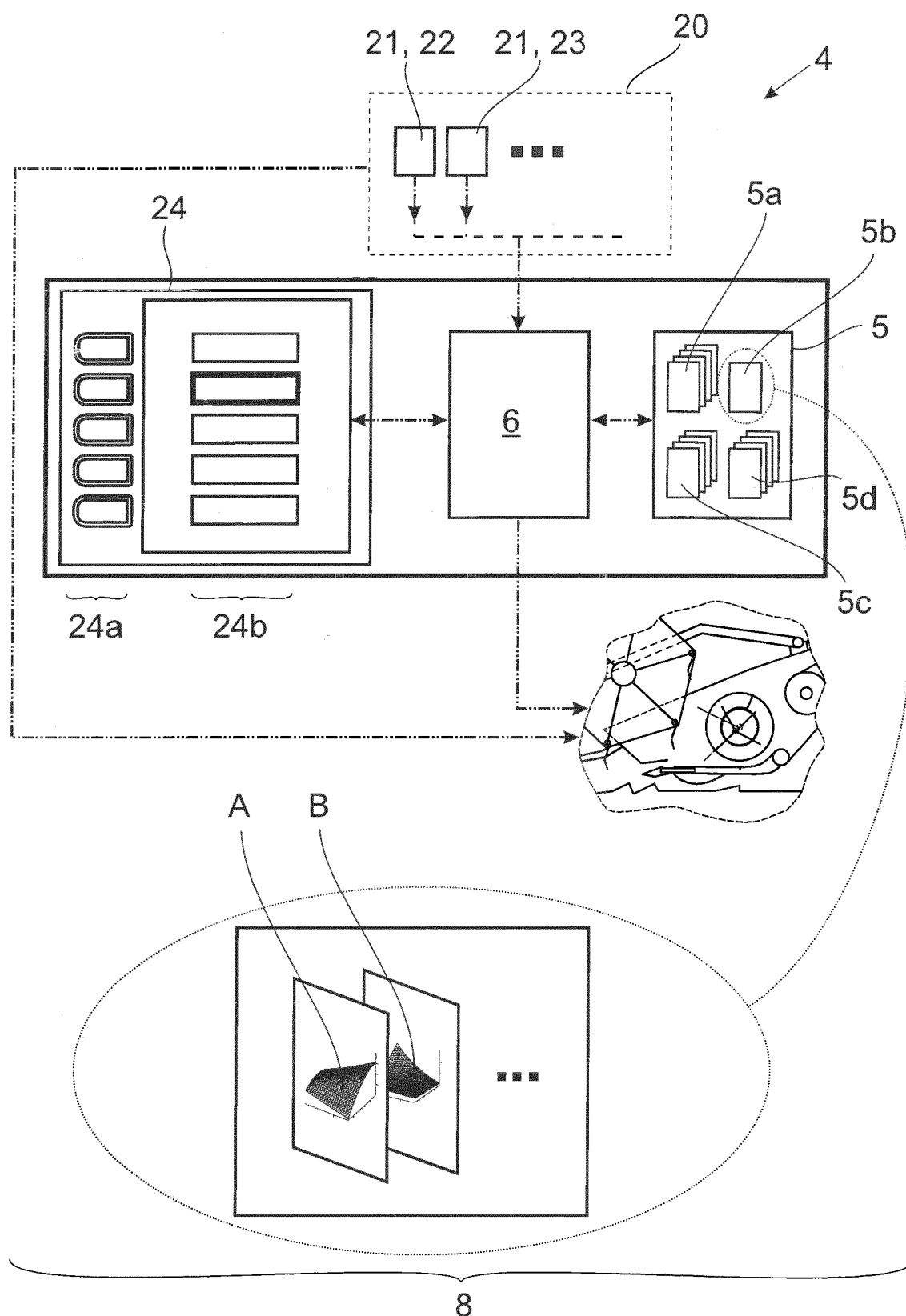


Fig. 2

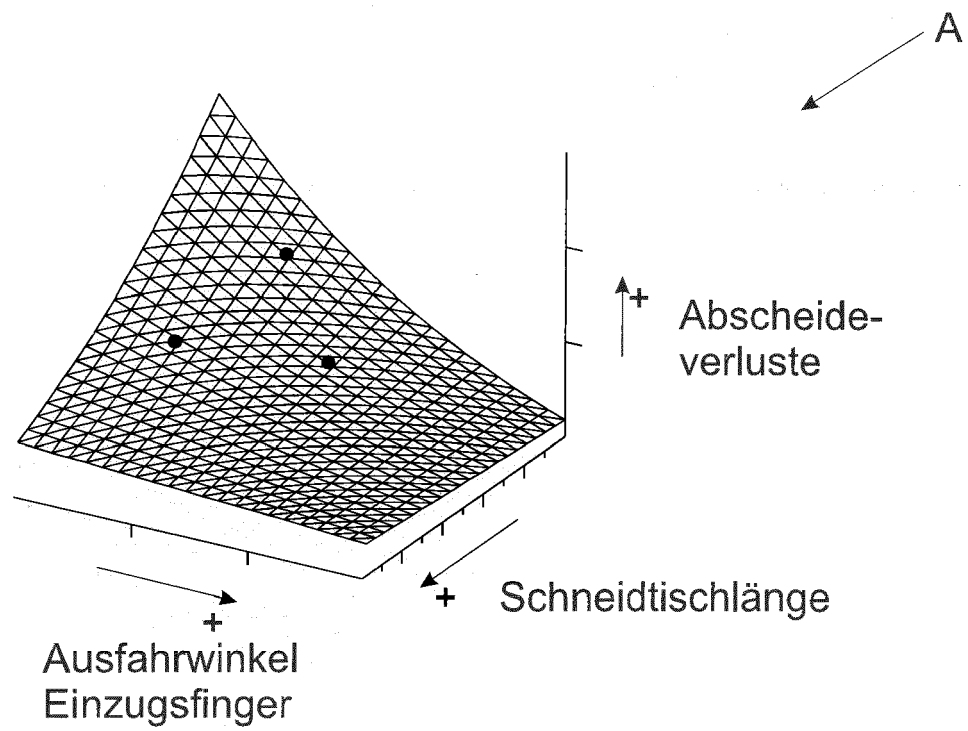


Fig. 3

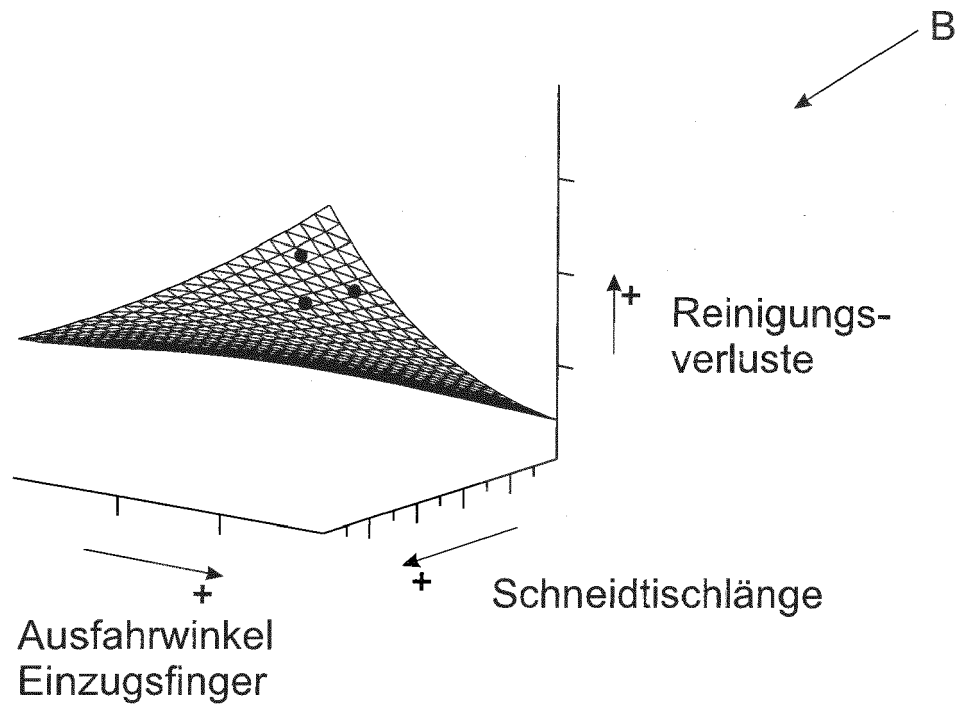


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 9110

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 837 279 A2 (DEERE & CO [US]; TECH UNIVERSITÄT DRESDEN [DE]) 18. Februar 2015 (2015-02-18) * Absatz [0024] - Absatz [0100]; Abbildungen 11-16 *	1-24	INV. A47B47/02 A01D41/127 A01D41/14
X	EP 2 687 923 A2 (CLAAS SELBSTFAHR ERNTEMASCH [DE]) 22. Januar 2014 (2014-01-22) * Absatz [0018] - Absatz [0036]; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-5 *	1-24	
E	EP 3 085 221 A1 (CLAAS SELBSTFAHR ERNTEMASCH [DE]) 26. Oktober 2016 (2016-10-26) * Absatz [0027] - Absatz [0063]; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-4 *	1-24	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			A47B A01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Januar 2017	Prüfer Vehrer, Zsolt
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 16 9110

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-01-2017

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
10	EP 2837279	A2	18-02-2015	BR 102014019868 A2	03-05-2016
15				CN 104365273 A	25-02-2015
				EP 2837279 A2	18-02-2015
				RU 2014132172 A	20-02-2016
				US 2015046043 A1	12-02-2015

20	EP 2687923	A2	22-01-2014	DE 102013106131 A1	12-06-2014
				EP 2687923 A2	22-01-2014
				RU 2013131445 A	20-01-2015
				US 2014019018 A1	16-01-2014

25	EP 3085221	A1	26-10-2016	CA 2923037 A1	24-10-2016
				DE 102015106302 A1	27-10-2016
				EP 3085221 A1	26-10-2016
				US 2016309656 A1	27-10-2016

30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 7826143 U1 [0004]
- DE 102008032191 A1 [0007]
- WO 2014093814 A1 [0007]